

ОБЩАЯ ПСИХОЛОГИЯ, ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ И ПСИХОФИЗИКА

А. В. Зайцев, В. И. Лупандин, О. Е. Сурнина

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ В ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Измерение времени реакции в экспериментальном изучении различных психических явлений имеет давнюю историю и традицию. Хронометрия – это один из первых классических психофизиологических методов, и, по мнению голландского физиолога XIX века Франса Дондерса, основателя этого метода, один из наиболее важных при определении связи между «специфическими особенностями каждого ощущения, представления, волевого акта и определенными особенностями мозговой деятельности» (цит. по [1]).

Ф. Дондерс впервые разработал принципиальную схему эксперимента, позволяющую определить временные параметры протекания психических процессов. Он предположил, что усложнение экспериментальной задачи приведет к добавлению новых стадий, а следовательно, и к увеличению времени реакции. Эта величина нарастания времени реакции соответствует длительности протекания дополнительных стадий. Согласно классическим представлениям общее время произвольной двигательной реакции складывается из нескольких компонентов (рис. 1).

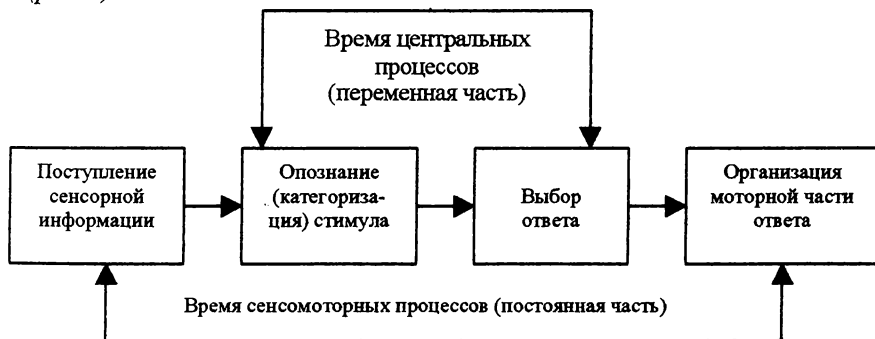


Рис. 1. Классические представления о компонентной структуре дифференцировочной реакции (по [2])

За последние полтора века изучения общего времени реакции и его компонентов проведены тысячи различных исследований (обзоры

[1, 3]). Эти исследования условно можно подразделить на несколько направлений, время реакции в которых выступает:

- как зависимая переменная от ряда внешних факторов (интенсивности раздражителя, сенсорной модальности и сенсорного качества сигнала, межимпульсного интервала и др.);

- как единица анализа индивидуальных различий (по возрасту, полу, свойствам нервной системы, профессиональным навыкам и т.д.) или используется для оценки функционального состояния;

- как инструмент анализа механизмов познавательных процессов в когнитивной психологии.

В настоящее время у большинства исследователей проявляется интерес к изучению не только средних значений времени реакции, но и к анализу распределения результатов. В самом деле, многократное измерение времени реакции любого индивида в неизменных условиях эксперимента выявляет значительные колебания этого параметра, отдельные значения времени реакции могут отличаться от среднего, полученного у одного и того же индивида в том же самом эксперименте в 1,5–2 раза [4, 5, 6]. Однако форма распределения результатов времени реакции, зарегистрированных в разные сроки, является относительно постоянной для каждого конкретного испытуемого при сопоставимых условиях опыта [4, 7].

На кафедре психофизиологии и психофизики УрГУ исследования времени реакции интенсивно проводятся в течение нескольких последних лет, они посвящены главным образом изучению возрастных изменений времени реакции, особенностям временной организации зрительно-моторных реакций. В этой публикации отражены некоторые из последних исследований в данной области.

МЕТОДИКИ РЕГИСТРАЦИИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ

Появление персональных компьютеров позволило существенно упростить организацию хронометрических исследований, автоматизировать процесс тестирования и в то же время расширило возможности экспериментатора. По этим причинам на кафедре активно разрабатываются компьютерные методики регистрации времени сенсомоторных реакций [8, 9]. Каждая методика, как правило, состоит из нескольких серий, в которых регистрируются разные типы реакций, основными из которых являются:

1. *Простая сенсомоторная реакция.* Испытуемый должен как можно быстрее реагировать на появление любого стимула. Время этой реакции (в дальнейшем ВСМР) складывается из времени возбуждения рецепторов, передачи возбуждения к соответствующим отделам коры

мозга, времени запуска моторной программы и собственно моторного компонента реакции.

2. *Дифференцировочная реакция простого выбора.* Испытуемый реагирует на стимулы определенного типа и игнорирует все остальные. Время этой реакции (далее ВДР₁) увеличивается за счет появления этапа дополнительной переработки информации (эту центральную задержку обозначим как время когнитивных процессов – ВКП). Этот этап связан в основном с процессами опознания, отнесения стимула к определенной группе, категории.

3. *Дифференцировочная реакция сложного выбора.* Испытуемый отвечает на каждый тип стимула определенной моторной реакцией. Время сложного выбора (далее ВДР₂) еще более возрастает в основном за счет увеличения длительности принятия решения, каким образом реагировать на тот или иной стимул [1].

Задания в методиках подбираются таким образом, чтобы можно было максимально эффективно определить влияние различных факторов на общее время реакции и его компоненты. В качестве интерпретационной схемы полученных результатов используются представления Ф. Дондерса о компонентном составе времени реакции [1] и парадигма С. Стернберга, согласно которой каждый фактор влияет на длительность только одной, «своей» стадии процесса решения когнитивной задачи и никоим образом не может воздействовать на продолжительность других стадий [10].

Учитывая, что приоритетной для кафедры является тематика возрастной психофизиологии, многие методики разработаны специально для детей [8, 9], поэтому они удовлетворяют двум дополнительным требованиям:

1. Доступны и интересны детям, разнообразны по форме и содержанию, так как только при наличии высокой мотивации ребенка к работе можно получить адекватные результаты.

2. При проведении занимают мало времени (вариант экспресс-диагностики), чтобы не вызывать утомления ребенка, и в то же время позволяют получить статистически достоверные результаты.

Большинство результатов, представленных ниже, получено по четырем методикам. Методика «Бабочка-машинка» [8] была разработана на кафедре одной из первых. Она позволяет регистрировать время простой сенсомоторной реакции и время дифференцировочных реакций. В качестве стимулов используются цветные схематизированные изображения бабочки и машинки (рис. 2). Дифференцируемые в этой методике изображения отличаются сразу по многим признакам, поэтому стратегии дифференцировки картинок у разных испытуемых могут раз-

личаться. Вариант различения стимулов по многим ключевым признакам наиболее часто встречается в реальных жизненных ситуациях, поэтому результаты данной методики дают информацию о временных параметрах процесса дифференцировки в обобщенном виде.

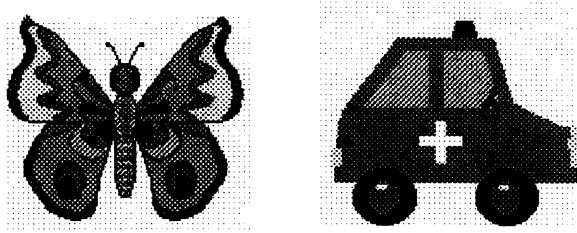


Рис. 2. Стимульные изображения, используемые в методике «Бабочка-машинка»

Методика OZO [9] позволяет сравнить результаты дифференцировки изображений по разным ключевым признакам. Для этого проводятся четыре аналогичных серии, в которых испытуемые дифференцируют изображения соответственно по форме (квадрат – круг), по размеру (большой и маленький квадраты), по цвету (красный и зеленый квадраты), по ориентации (правильные треугольники, ориентированные вершиной вверх или вниз). В этой методике в каждой серии регистрируются все три основных типа сенсомоторных реакций. Такой экспериментальный план позволяет проанализировать компонентный состав реакций и роль двух факторов: 1) ключевого признака изображения, по которому осуществляется дифференцировка; 2) способа организации моторного ответа, а также проследить взаимное влияние этих факторов.

В методике «Звезды» акцент делается на выявлении механизмов дифференцировки зрительных стимулов. В качестве стимулов используются сконструированные изображения, напоминающие звезды (рис. 3). Эти изображения могут различаться по трем признакам:

- 1) форме лучей (прямые или дугообразные);
- 2) количеству лучей (четыре или шесть);
- 3) расположению лучей (наличие или отсутствие вертикально ориентированных лучей).



Звезда 1 Звезда 2 Звезда 3 Звезда 4 Звезда 5 Звезда 6 Звезда 7 Звезда 8

Рис. 3. Изображения, используемые в методике «Звезды»

В методике возможно сделать ключевым любой из признаков изображения (или любое их сочетание) и зарегистрировать временные параметры простого выбора.

Во всех трех методиках изображение появляется в центре темного экрана монитора и исчезает при нажатии испытуемым соответствующей клавиши (или по истечении определенного, заранее заданного временного интервала), определение времени реакции производится автоматически таймером компьютера с точностью 1 мс. У каждого испытуемого регистрируется по 10 реакций каждого типа. Соотношение релевантных и нерелевантных стимулов во всех методиках при регистрации дифференцировочных реакций составляет 1:1.

Четвертая методика РДО предназначена для регистрации одного из вариантов простой сенсомоторной реакции – реакции на движущийся объект. Белая точка, расположенная в центре экрана, через небольшой случайный промежуток времени начинает двигаться в одном из восьми направлений с такой скоростью, что за 800 мс она достигает границы экрана. Испытуемый должен среагировать на начало движения точки. У каждого испытуемого регистрируется 80 реакций (по 10 на каждое направление).

В настоящее время накоплен значительный статистический материал, разработаны нормативы, что позволяет использовать многие методики в качестве тестов для определения сенсомоторного развития, биологического возраста, диагностики некоторых параметров зрительного восприятия и внимания [9, 11, 12, 13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Временная организация психической деятельности

При анализе результатов взрослых испытуемых мы неоднократно устанавливали, что изменение средней длительности реакций с усложнением задания происходит на вполне конкретную и предсказуемую величину, то есть наблюдается своеобразное временное квантование реакций. Выявлены две формы такого квантования.

1. Длительности простой и дифференцировочной реакций соотносятся между собой как целые числа [14]. В качестве примера в табл. 1 приведены результаты выполнения теста OZO студентами (58 человек), усредненные по 4-м сериям.

Таблица 1

Латентные периоды реакций разных типов и ВКП
у студентов по тесту OZO, мс

ВСМР	ВДР ₁	ВДР ₂	ВКП
302±14	434±19	450±17	140±10

Длительность дифференцировочных реакций примерно в 1,5 раза больше длительности простой сенсомоторной реакции. Если включить в рассмотрение ВКП, то получаем следующий ряд соотношений: $ВКП : ВСМР : ВДР = 0,15:0,30:0,45 \text{ с} = 1:2:3$. Возможный вариант объяснения этого феномена – цикличная переработка информации в нервной системе. Наличие подобных циклов обработки информации постулируется, в частности, А. М. Иваницким с соавторами в концепции информационного синтеза [15].

2. Время дифференцировочных реакций при небольшом усложнении задачи увеличивается на величину кратную 15–20 мс. Это явление наблюдается как в случае изменения моторного ответа (табл. 1, длительность $ВДР_2$ больше $ВДР_1$ на 16 мс), так и при усложнении процесса дифференцировки.

В тесте «Звезды», где испытуемые должны были нажимать на клавишу в случае появления релевантной картинки, ориентируясь на 1 или 2 признака изображения, получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Среднее время реакции у студентов (120 человек)
в 6-ти сериях теста «Звезды», мс

Серия	Релевантные стимулы	Результаты
1	Только «морские» ¹⁾ звезды	494±11
2	Любые звезды с 6 лучами	510±13
3	Любые звезды с присутствием вертикально расположенного луча	485±11
4	Только «морские» звезды с 6 лучами	495±12
5	Только «морские» звезды с присутствием вертикально расположенного луча	523±13
6	6-лучевые звезды с присутствием вертикально расположенного луча	525±12

¹⁾ «Морские» звезды – звезды с лучами, образованными дугами

Сопоставление результатов, полученных в разных сериях, показывает, что они разделяются на три группы, предположительно в зависимости от используемого механизма дифференцировки:

1) наименьшее время в первой, третьей и четвертой сериях (около 490 мс), возможно здесь используются варианты детекторного опознавания (детекторы ориентации линии, детекторы кривизны линий) [16], либо эталонное опознавание (в четвертой серии одна и та же звезда, но по-разному ориентированная) [17].

2) во второй серии, где в изображении должен быть выделен и проанализирован 1 признак изображения – количество лучей, время составляет 510 мс.

3) наибольшее время реакции в пятой и шестой сериях, где требуется проанализировать два признака (525 мс).

Принципиально, что различие между сериями составляет примерно 15–20 мс. Подобные феномены отмечались и ранее с использованием иных методических приемов. По В. Д. Глезеру, 15–20 мс: предположительно столько протекает элементарный акт опознавательного процесса – принятие решения по какому-либо признаку [17]. В тахистоскопических исследованиях с маскировкой Д. Саги и В. Джулеш показано, что на определение ориентации одной линии затрачивается $16,6 \pm 3,2$ мс [18].

Эти и другие результаты свидетельствуют, что общее время реакции складывается из отдельных временных квантов, а сам процесс дифференцировки состоит из многочисленных операций, при этом набор этих операций всякий раз подбирается таким образом, чтобы суммарное время было минимальным.

Следует отметить, что у детей подобных закономерностей не выявлено, различия между латентными периодами разных реакций выражены в большей степени, чем у взрослых (табл. 3), что свидетельствует об использовании менее экономичных и специализированных механизмов.

Математическое описание распределения времени реакции

Априорно большинством исследователей предполагается, что распределение времени реакции близко к нормальному, поэтому в качестве основных характеристик используют среднее значение и стандартное отклонение. Однако в многочисленных экспериментальных работах показано, что распределение времени реакции в большинстве случаев имеет значимую положительную асимметрию (особенно ярко это выражено для простых сенсомоторных реакций) [1, 4–6, 7]. Данному явлению есть убедительное объяснение: для времени реакции характерно наличие жесткой нижней границы, обусловленной физиологическими возможностями человека (не менее 100 мс по [1]), верхняя же граница изменяется в широком диапазоне и обычно связывается с особенностями внимания и функционального состояния конкретного испытуемого [6].

Для описания распределений, имеющих высокую асимметрию, в качестве показателя центральной тенденции более корректным является использование моды [19]. В распределении непрерывных величин (коим

является время реакции) находят не собственно моду, а определяют модальный класс, который в зависимости от способа разбиения может изменяться. Такая нечеткость в определении моды затрудняет ее широкое применение. Для нахождения моды можно воспользоваться другим способом: подобрать функцию, которая наилучшим образом описывает данное распределение, и затем определить моду, исходя из условий максимума функции:

$$\frac{d}{dx}f(x)=0 \quad \text{и} \quad \frac{d^2}{dx^2}f(x)<0 \quad [19].$$

В исследованиях, проводимых на кафедре, было показано, что функция $f = \frac{\lambda}{a} \cdot \exp\left[-\exp\left(\frac{b-x}{a}\right) + \left(\frac{b-x}{a}\right)\right]$,

где f – частота (в долях);

x – время реакции;

λ – ширина класса разбиения;

a и b – параметры функции,

является универсальной для распределений времени реакции, позволяет точно описать распределение ВР любого испытуемого ($r \geq 0,95$) [20].

График функции представляет собой унимодальную асимметричную кривую; получающаяся при интегрировании площадь равна единице. Параметр b в уравнении характеризует моду распределения, параметр a является мерой разброса данных. Параметры a и b остаются постоянными при изменении ширины класса или смещении его границ (при условии, что в модальном классе окажется не менее 20% значений).

На рис. 4 в качестве иллюстративного примера представлено распределение времени 400 реакций на движущийся объект у одного из испытуемых (мужчина, 24 года). Данное распределение, как и большинство исследованных нами распределений времени реакций, достоверно отличается от нормального по критерию Колмогорова-Смирнова ($p \leq 0,01$), максимум кривой нормального распределения (2), построенной на основе вычисленных среднего и стандартного отклонения, смещен вправо относительно модального класса. Кривая, построенная на основе предложенной функции, описывает распределение более точно ($r = 0,996$).

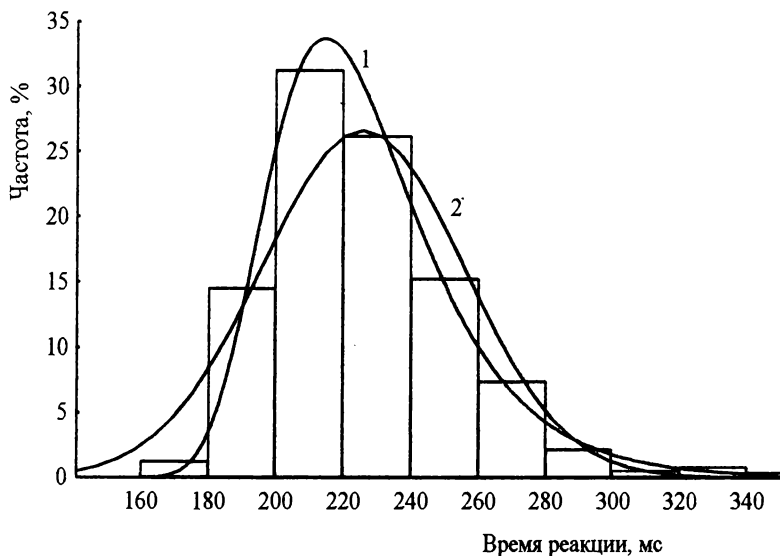


Рис. 4. Распределение времени реакций на движущийся объект одного из испытуемых (1 – аппроксимация предложенной функцией, 2 – кривая нормального распределения).

Индивидуальные особенности распределения времени реакции находят отражение в форме распределения и рассчитанных параметрах, примеры которых приведены на рис. 5. При этом параметры, входящие в предложенную функцию, имеют вполне определенный смысл: параметр b , характеризующий скорость реакции, численно равен модальному значению времени реакции; параметр a описывает устойчивость реакции, то есть разброс показателей вокруг модального значения (чем более компактно распределение, тем меньше его значение). Можно предполагать, что косвенно показатель a характеризует устойчивость внимания испытуемого.

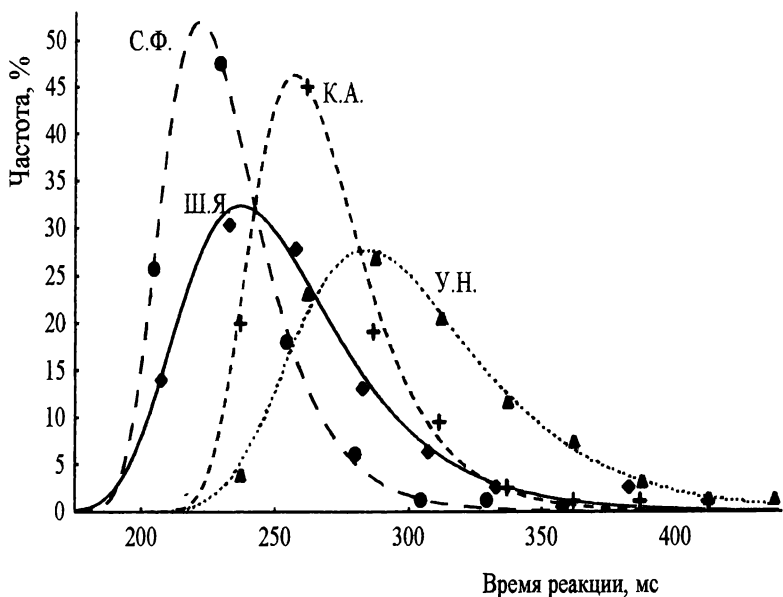


Рис. 5. Распределение времени простой сенсомоторной реакции у четырех испытуемых. Значения параметров а и b составляют соответственно у испытуемых С.Ф.: 17.7 и 222; Ш.Я.: 28.4 и 237; К.А.: 19.9 и 257; У.Н.: 33.3 и 284.

Возрастная динамика времени произвольных реакций

Из литературы хорошо известно, что время реакции у детей закономерно уменьшается с возрастом [1, 2, 3], в то же время современные исследования убедительно показывают, что онтогенез – процесс нелинейный, характеризующийся чередованием этапов постепенных количественных изменений и резких качественных преобразований [21]. Поэтому требуется тщательный анализ организации изучаемых функций на разных стадиях возрастного развития. Изучение закономерностей возрастной динамики зрительно-моторных реакций, выявление и учет сенситивных периодов имеют важнейшее значение для создания адекватных и благоприятных для дальнейшего развития условий воспитания и обучения. Именно поэтому основные исследования возрастной динамики времени реакции, проводимые на кафедре психофизиологии и психофизики УрГУ, были сосредоточены на выявлении сенситивных периодов в развитии сенсомоторной деятельности, определении компо-

нентов времени реакции, за счет которых происходит уменьшение латентного периода реакции [9, 13].

Основные выводы были сделаны при оценке результатов исследования, проведенного с помощью методик ОЗО и «Бабочка-машинка». В данном исследовании приняли участие 660 человек в возрасте от 5 до 23 лет.

На этом возрастном интервале происходит сокращение латентных периодов ВДР₂ в 2,3 раза, ВДР₁ в 2,1 раза и в наименьшей степени ВСМР – в 1,8 раза. Уменьшение латентных периодов сенсомоторных реакций происходит вплоть до подросткового возраста (13 лет). После этого средняя длительность ВСМР даже несколько возрастает, а длительность дифференцировочных реакций после стабилизации у испытуемых 13–16 лет вновь уменьшается у студентов.

На основе полученных результатов были определены возрастные нормативы (табл. 3). Нормативным считался результат, находящийся в интервале: среднее для данного возраста плюс – минус одно стандартное отклонение ($BP_N = \overline{BP} \pm \sigma_{BP}$).

Таблица 3

Нормативные результаты для трех типов произвольных реакций,
в секундах

Возраст	ВДР ₂ , с			ВДР ₁ , с			ВСМР, с		
	среднее	нижняя гран.	верхн. гран.	среднее	нижн. гран.	верхн. гран.	среднее	нижн. гран.	верхн. гран.
5 лет	0,97	0,82	1,13	0,86	0,72	0,99	0,53	0,42	0,63
6 лет	0,86	0,74	0,98	0,80	0,67	0,93	0,50	0,39	0,61
7 лет	0,73	0,65	0,81	0,67	0,59	0,75	0,46	0,38	0,54
8 лет	0,69	0,61	0,78	0,63	0,56	0,70	0,41	0,34	0,48
9 лет	0,61	0,56	0,67	0,57	0,51	0,63	0,40	0,33	0,46
10 лет	0,61	0,52	0,70	0,56	0,49	0,63	0,35	0,30	0,41
11 лет	0,54	0,46	0,61	0,49	0,43	0,56	0,32	0,27	0,36
12 лет	0,50	0,45	0,54	0,45	0,41	0,49	0,30	0,27	0,34
13 лет	0,48	0,42	0,54	0,44	0,39	0,50	0,29	0,25	0,33
14 лет	0,47	0,43	0,52	0,44	0,40	0,49	0,30	0,26	0,34
15 лет	0,48	0,44	0,53	0,46	0,40	0,51	0,31	0,26	0,35
16 лет	0,47	0,41	0,53	0,43	0,38	0,49	0,29	0,25	0,33
студенты	0,43	0,39	0,48	0,42	0,37	0,47	0,29	0,25	0,32

Чтобы понять, за счет каких компонентов происходит уменьшение времени реакции в разные возрастные периоды, обратимся к

рис.6, где приведены значения t-критерия Стьюдента, полученные при попарно проведенном сравнении латентных периодов в соседних возрастных группах.

Отметим, что:

- 1) наблюдается закономерное чередование возрастных этапов быстрого изменения латентных периодов и их относительного постоянства;
- 2) изменение латентных периодов дифференцировочных и простых сенсомоторных реакций может происходить относительно независимо друг от друга;
- 3) изменение времени когнитивных процессов происходит синхронно с изменением времени дифференцировочных реакций.

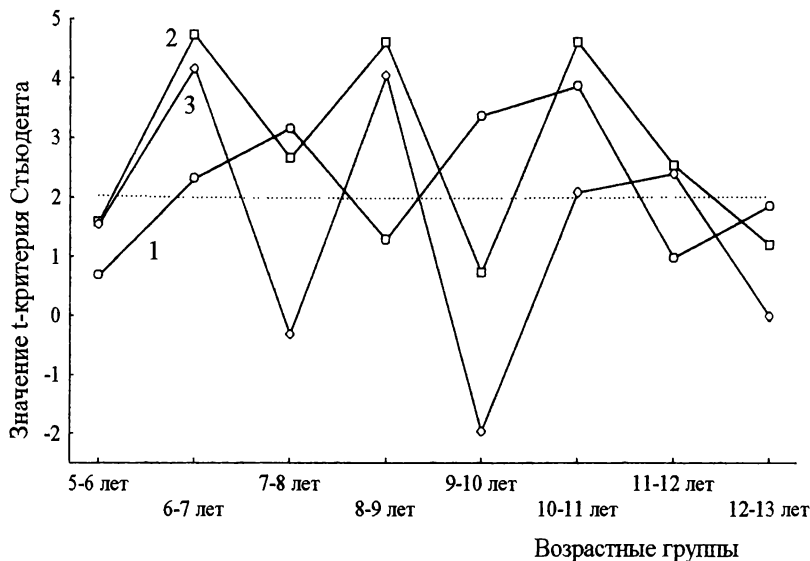


Рис. 6. Значения t-критерия Стьюдента при сопоставлении у смежных возрастных групп (1 – ВСМР, 2 – ВДР, 3 – ВКП).

Пунктиром показаны критические значения критерия Стьюдента

Комплексный анализ полученных нами данных позволяет выделить несколько этапов в развитии произвольных реакций. На *первом этапе* (старший дошкольный возраст, 5-6 лет) уменьшение времени реакции обусловлено существенным скачком в развитии 1) произвольного внимания (стабилизация временных параметров реакций, которая приводит к уменьшению внутрииндивидуального разброса результатов; уменьшение количества ошибочных реакций); 2) зрительного воспри-

ятия (уменьшаются модальные значения латентных периодов реакций всех типов и особенно дифференцировочных; сокращается временной разрыв между дифференцировками по разным ключевым признакам). Все это приводит к существенному сокращению времени центральной задержки.

На *втором этапе* (младший школьный возраст, от 7 до 9–10 лет) латентные периоды всех исследуемых типов произвольных реакций уменьшаются на 17–22%. Особенность данного возрастного этапа заключается в том, что простая и дифференцировочные реакции количественно уменьшаются почти одинаково: на 100–130 мс. Это позволяет предположить, что уменьшение длительности латентных периодов реакций у детей 7–10 лет преимущественно связано с изменениями в организации моторного компонента. При этом уменьшение латентных периодов реакций разных типов происходит поочередно: уменьшению длительности более сложных реакций предшествует уменьшение длительности простых реакций.

Существенное возрастание сенсомоторных возможностей в 7–9 лет ребенок эффективно реализует при выполнении простых сенсомоторных реакций, однако временные параметры выполнения более сложных дифференцировочных реакций лимитируются особенностями организации когнитивных процессов и процессов регуляции, которые интенсивно формируются несколько позже.

На *третьем этапе* (10–12 лет) происходит уменьшение когнитивного компонента реакции примерно на 30%. По литературным данным этот возраст является критическим в развитии перцептивной деятельности и организации произвольного внимания [22]. Происходящие перестройки связывают с нарастающей специализацией переднеассоциативных областей коры, совершенствованием управления активационными процессами.

Определенная стабилизация временных параметров реакций в подростковом возрасте происходит благодаря разнонаправленному воздействию нескольких факторов. С одной стороны, возраст 13–14 лет является особо чувствительным периодом в развитии двигательной функции, когда качественные преобразования происходят на уровне периферических звеньев этой системы: качественно изменяется энергетика мышечной активности. С другой стороны, подростковый возраст – период интенсивной гормональной перестройки, когда создаются особые условия взаимодействия нервной и эндокринной систем, и ЦНС функционирует в далеко не оптимальном режиме гормональных влияний [23].

Сокращение времени дифференцировочных реакций у студентов связано с уменьшением времени когнитивных процессов. Активное формирование мозговых основ информационных процессов проходит от 13–15 до 17 лет [24]. В этот период происходит совершенствование механизмов классификации, что связано со специализацией правого и левого полушарий, левой лобной области, начинающей играть ведущую роль на заключительных фазах опознания, изменяется роль переднеассоциативной коры в принятии решений, рабочей памяти.

Особенности выполнения произвольных сенсомоторных реакций детьми с задержкой психического развития

Разработанные методики могут быть полезны при исследовании особенностей сенсомоторных процессов у детей с задержкой психического развития. Рассмотрим результаты, полученные по тесту OZO. Как видно из табл. 4, во всех возрастных группах длительность дифференцировочных реакций у детей с задержкой психического развития значительно больше нормативных показателей, сопоставление средних значений дифференцировочных реакций показывает, что отставание составляет около 2–3 лет. Аналогичная тенденция наблюдается и для латентных периодов простых сенсомоторных реакций, однако достоверные различия найдены лишь у детей 10 лет.

При переводе результатов этих детей в Z-шкалу относительно нормативов показано, что в наибольшей степени различия проявляются при дифференцировках сложного выбора (1,60 балла) и простого выбора (1,39 балла), в наименьшей – при регистрации простой сенсомоторной реакции (0,64 балла) (рис. 7). Проинтерпретировать полученные результаты можно исходя из того, что простая и дифференцировочные реакции различаются прежде всего длительностью когнитивных процессов: вклад данного компонента в дифференцировочные реакции больше.

Таблица 4

Временные параметры реакций (в мс) у детей с ЗПР и уровень значимости различий с нормативными показателями для серии «Размер» по t-критерию

Возраст	Дифференцировка типа Go/Go		Дифференцировка типа Go/No go		Простая сенсомоторная реакция	
	среднее	<i>p</i>	среднее	<i>p</i>	среднее	<i>p</i>
8 лет	870±30	<0,001	740±90	<0,001	470±60	0,10
9 лет	680±80	<0,001	630±50	<0,05	430±40	0,19
10 лет	730±70	<0,001	670±60	<0,001	430±40	<0,001

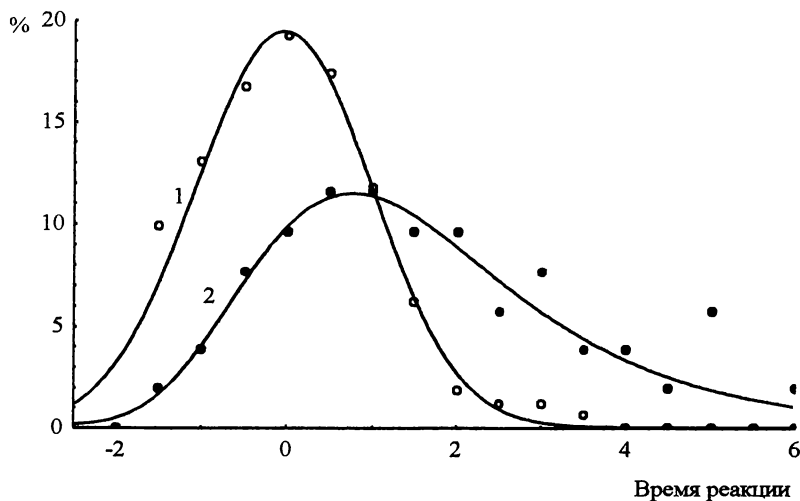


Рис. 7. Распределение Z-шкальных оценок ВДР₂ у нормально развивающихся детей 8–10 лет (1) и детей с задержкой психического развития (2).

В литературе отмечается, что контингент детей с ЗПР полиморфен; эти дети сильно различаются по своим психологическим и нейрофизиологическим особенностям. У детей с задержкой психического развития сильно варьирует соотношение признаков незрелости и симптомов повреждения в клинико-психологической структуре нарушений познавательной деятельности [25, 26]. На наш взгляд, информация о соотношении временных параметров разных типов произвольных реакций может быть полезна для дифференциального диагноза. В случаях преобладания признаков незрелости у ребенка будет наблюдаться равномерное отставание в развитии по всем типам произвольных реакций, в случае поврежденности мозговых структур в большей степени будут страдать процессы дифференцировки.

В качестве критерия можно использовать разность между Z-шкальными оценками длительности дифференцировочной и простой сенсомоторной реакций. Проведенный однофакторный дисперсионный анализ показывает валидность разностного критерия для разделения форм ЗПР разного генеза ($p < 0,05$). Так, у детей с задержкой церебрально-органического генеза (степень повреждения мозговых структур в этой группе наибольшая) разностный критерий несколько больше 1: выявляется значительно более сильное отставание от группы нормы по длительности дифференцировочных реакций, чем по длительности про-

стых. Дети с ЗПР полигенной этиологии, хотя и отстают от нормы в скорости произвольных реакций на 1-1,3 балла Z-шкальных оценок, по разностному критерию от нормально развивающихся детей не отличаются.

Заключение

Измерение времени реакции продолжает оставаться одним из перспективных методов в психофизиологических исследованиях, а появление компьютерных технологий в значительной степени повысило интерес к разработке новых методик и экспериментальных схем регистрации времени реакции. Наряду с уже ставшим традиционным использованием времени реакции для фундаментальных исследований механизмов психической деятельности, все большее распространение находит регистрация времени реакции в прикладных работах. Несомненными достоинствами подобных методик является их объективность, быстрота и простота в использовании.

Исследования, проведенные на кафедре психофизиологии и психофизики УрГУ, показали высокую эффективность методик регистрации времени реакции для оценки психомоторного развития детей, выявления особенностей их восприятия и внимания. Для диагностических целей перспективно учитывать не только среднее значение, но и другие параметры распределения времени реакции.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта МО РФ (№ Г00-1.7-225).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко Е. И. Время реакции человека. М.: Медицина, 1964. 440 с.
2. Anderson M., Nettelbeck T., Barlow J. Reaction time measures of speed processing: Speed of response selection increases with age but speed of stimulus categorization does not // British J. of Developmental Psychology. 1997. V. 15. P. 145–157.
3. Шошаль Р. Время реакции человека // Экспериментальная психология. Вып. 1–2. М.: Прогресс, 1966. С. 314–375.
4. Бовин Б. Г. Нейрофизиологическая модель многоальтернативного выбора // Психофизиологические закономерности восприятия и памяти. М.: Наука, 1985. С. 55–86.
5. Proverbio A. M., Minniti A., Zani A. Electrophysiological evidence of a perceptual precedence of global vs. local visual information // Cogn. Brain Research. 1998. V. 6. P. 321–334.
6. Лупандин В. И., Сурнина О. Е. Асимметрия распределения времени простой сенсомоторной реакции // Физиология человека. 1988. Т. 14. № 4. С. 700–702.

7. Лоскутова Т. Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции // Физиолог. журн. СССР. 1975. Т. LXI. № 1. С. 3.
8. Киселев С. Ю., Гизулина А. В., Сурнин В. А. Компьютерные методики изучения времени сенсомоторных реакций у детей дошкольного возраста // Журн. высш. нервн. деят. 1996. Т. 46, вып. 1. С. 188–189.
9. Зайцев А. В., Лупандин В. И., Сурнина О. Е. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 6. С. 34–37.
10. Sternberg S. The discovery of processing stages: extensions of Donders method // Acta Psychol. 1969. V. 30. P. 276–315.
11. Зайцев А. В., Лупандин В. И., Сурнина О. Е. Оценка биологического возраста методом регистрации времени реакции // Экология образования: актуальные проблемы. Архангельск: Изд-во Поморского госун-та. 1999. С. 45–48.
12. Зайцев А. В., Лупандин В. И. Диагностика задержки психического развития детей методом регистрации времени реакции // Медицинская техника. 2000. №6.
13. Зайцев А. В., Лупандин В. И. Возрастная динамика компонентного состава времени зрительно-моторных реакций // Север. Дети. Школа: Сб. науч. трудов / Под ред. А. В. Грибанова, Т. В. Волокитиной. Архангельск: Поморский госуниверситет, 2001. Вып. 3. С. 76–82.
14. Лупандин В. И., Зайцев А. В., Корякова Н. И., Соскова Н. Г. Исследование временных параметров когнитивных процессов путем измерения времени сенсомоторных реакций // XXX Всеросс. совещание по проблемам высш. нервн. деят., посвящ. 150-летию И.П. Павлова. Тез. докл. в 2-х т. СПб.: Ин-т физиологии им. И. П. Павлова РАН, 2000. Т. 1. С. 257–259.
15. Иваницкий А. М., Стрелец В. Б., Корсаков И. А. Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984. 200 с.
16. Livingstone M., Hubel D. Segregation of Form, Color, Movement and Depth. Anatomy, Physiology, and Perception // Science. 1988. V. 240. P. 740–749.
17. Глезер В. Д. Зрение и мышление. СПб.: Наука, 1993. 284 с.
18. Sagi D., Julesz B. "Where" and "What" in Vision // Science. 1985. V. 228, № 4704. P. 1217–1219.
19. Суходольский Г. В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. 430 с.
20. Зайцев А. В., Скорик Ю. А. Математическое описание распределения времени сенсомоторных реакций // Физиология человека. 2002 (в печати)
21. Фарбер Д. А., Дубровинская Н. В. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) // Физиология человека. 1991. Т. 17. № 5. С. 17–27.
22. Дубровинская Н. В. Нейрофизиологические механизмы внимания. Онтогенетическое исследование. Л.: Наука, 1985. 144 с.
23. Кюльц И., Эггерс Х, Вагнер К. Д. Взаимосвязи между соматическим развитием и функциональными возможностями пубертатного возраста // Проблемы постнатального соматопсихического развития. М.: Медицина, 1974. С. 137–151.
24. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга / Д. А. Фарбер, Л. К. Семенова, В. В. Алферова и др. Л.: Наука, 1990. 198 с.

25. Марковская И. Ф. Задержка психического развития (клинико-патологическая диагностика). М.: Компенс-центр, 1993.
26. Мачинская Р. И., Лукашевич И. П., Фишман М. Н. Динамика электрической активности мозга у детей 5–8-летнего возраста в норме и при трудностях обучения // Физиология человека. 1997. Т. 23. № 5. С. 5–11.

Е. В. Лебедева, О. Б. Морозова

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОЙ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

Кратковременная память относится к числу наиболее изученных психических функций. Значительное количество публикаций посвящено исследованию данной проблемы в возрастном аспекте [1,4,5,7]. К сожалению, подавляющее большинство этих работ ограничивается описанием особенностей развития памяти в школьный период, не касаясь дальнейших преобразований этой функции. Такая избирательность обусловлена в первую очередь тем, что прогрессивные сдвиги в эффективности запоминания в период дошкольного и школьного детства легко поддаются наблюдению и регистрации. Под воздействием обучающих программ процессы запоминания и воспроизведения приобретают все более произвольный характер, что находит свое выражение в увеличении объема заученного материала.

Дальнейшие возрастные преобразования функции запоминания носят скорее качественный, чем количественный характер, что существенно затрудняет процесс исследования. Простое сравнение объема сохраненного материала позволяет констатировать постепенное снижение продуктивности памяти с возрастом, причем темпы этого снижения варьируют в зависимости от вида и типа памяти, а также от индивидуальных особенностей испытуемых [2].

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей зрительной кратковременной памяти (КП) методом возрастных срезов. Мы ставили перед собой задачу не только измерить объем КП, но и проследить способы запоминания материала в различных возрастных группах.

Методика

В эксперименте принимали участие испытуемые 4-х возрастных групп: 1) 16–19 лет – 50 человек (16 мужчин и 34 женщины); 2) 20–29 лет – 50 человек (10 мужчин и 40 женщин); 3) 30–55 лет – 50 человек (5 мужчин и 45 женщин); 4) старше 55 лет – 50 человек (7 мужчин и 43 женщины).

Эксперимент проводился на портативном компьютере. Опыт состоял из трех серий. В первой серии на экране монитора на 5 с появля-